

Prédire la concentration en pesticides dans les eaux de rivière en zone volcanique tropicale humide



UPR 226
Systèmes de cultures humaines, plantations et aménagements

L.T. Pak ^{1, 2, *}, P. Cattan ¹, F. Colin ², M. Voltz ²

¹ CIRAD, UPR26, Station de Neufchâteau, Sainte-Marie, 97130 Capesterre-Belle-Eau, France

² INRA, UMR LISAH, Bât. 24, 2 place Pierre Viala, 34060 Montpellier Cedex 1, France

* Auteur : tel : +33 (0)4 99 61 21 40 ; e-mail : pak@supagro.inra.fr



1. Contexte

Pollution agricole diffuse aux Antilles :

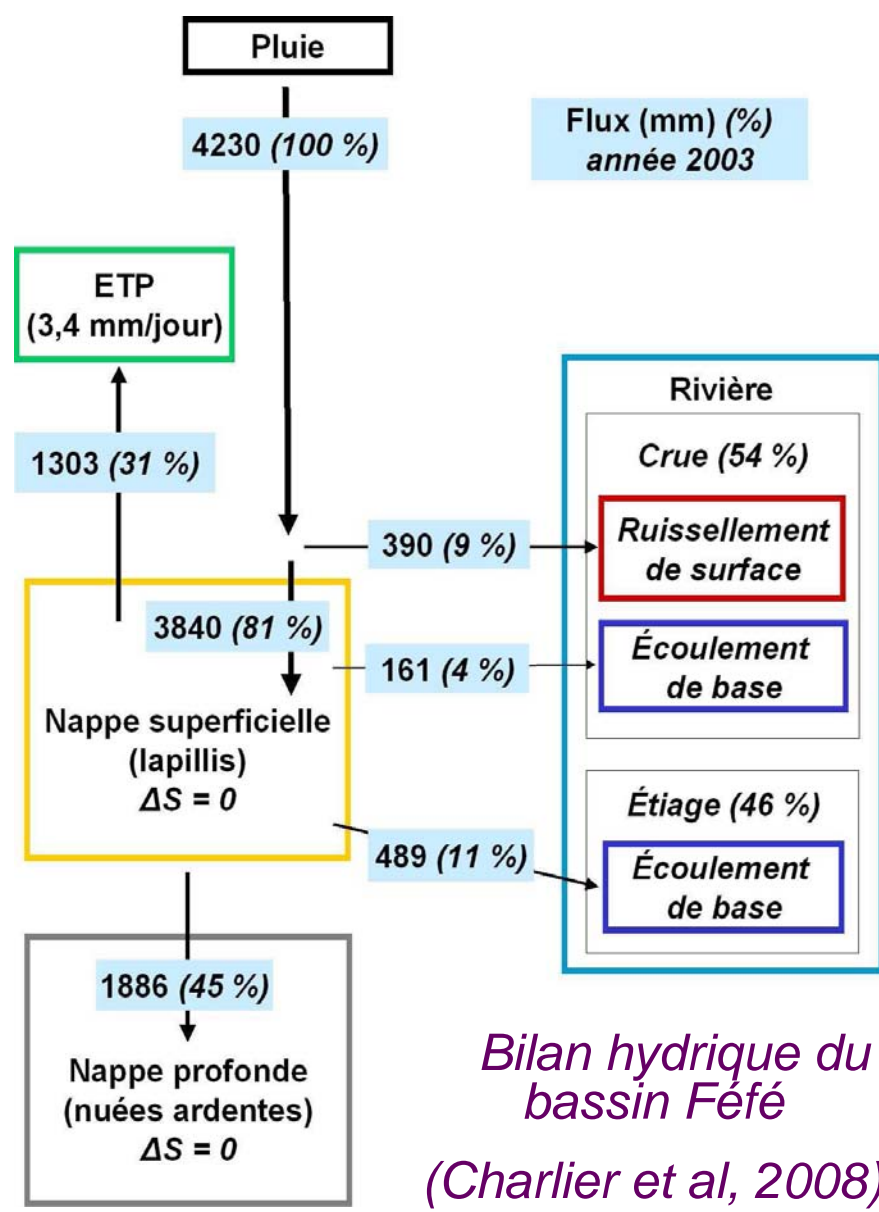
- Production agricole dominante : monoculture bananière à hauts niveaux d'intrants

Contamination durable à la Chlordécone :

- **Organochloré persistant** appliqué entre 1972 et 1993
- Résistance à la dégradation chimique, biologique ou thermique → stabilité élevée
- Hydrophobie élevée → lessivage faible

Milieu volcanique tropical humide :

- Fort gradient altitudinal → transferts rapides à la surface et dans les sols
- Fort gradient pluviométrique → **flux importants**
- Sols fortement infiltrants → bilan hydrique dominé par les **écoulements souterrains**
- Sols à taux de matière organique élevé et capacité de sorption de molécule importante
- Saisonnalité climatique peu marquée → permanence des cultures et traitements phytosanitaires



2. Enjeux

- Évaluer l'impact de l'activité agricole sur la qualité des eaux douces
- Prédire l'exposition des organismes aux polluants présents et futurs

3. Objectifs

- Comprendre et évaluer les transferts de pesticides par les principales voies d'alimentation de la rivière
- Élaborer une stratégie de modélisation de longues chroniques hydrologiques associées aux pesticides dans la rivière

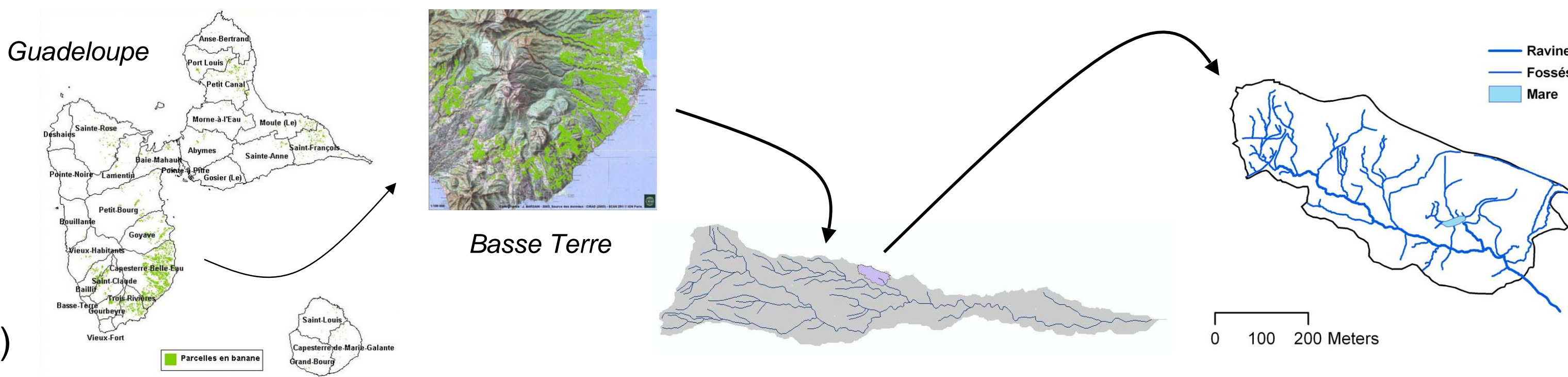
4. Stratégie

Bassin versant ressource (BVR) (Pérou) :

- Échelle d'évaluation des pollutions
- Représentatif du milieu volcanique tropical humide

Bassin versant élémentaire (BVE) (Fédé) : laboratoire d'étude des processus

- Échelle d'étude détaillée des processus
- Quantification et modélisation des transferts de deux pesticides (cadusafos et chlordécone)



5. Analyse du BVR

Trois unités de fonctionnement



Unité hydrologique	Amont	Intermédiaire	Avale
Pluie annuelle	> 4 m	3 – 4 m	2 – 3 m
Sols	Ferralsol	Andosol	Nitisol
Occupations du sol	Forêt	Banane	Banane, canne, urbain

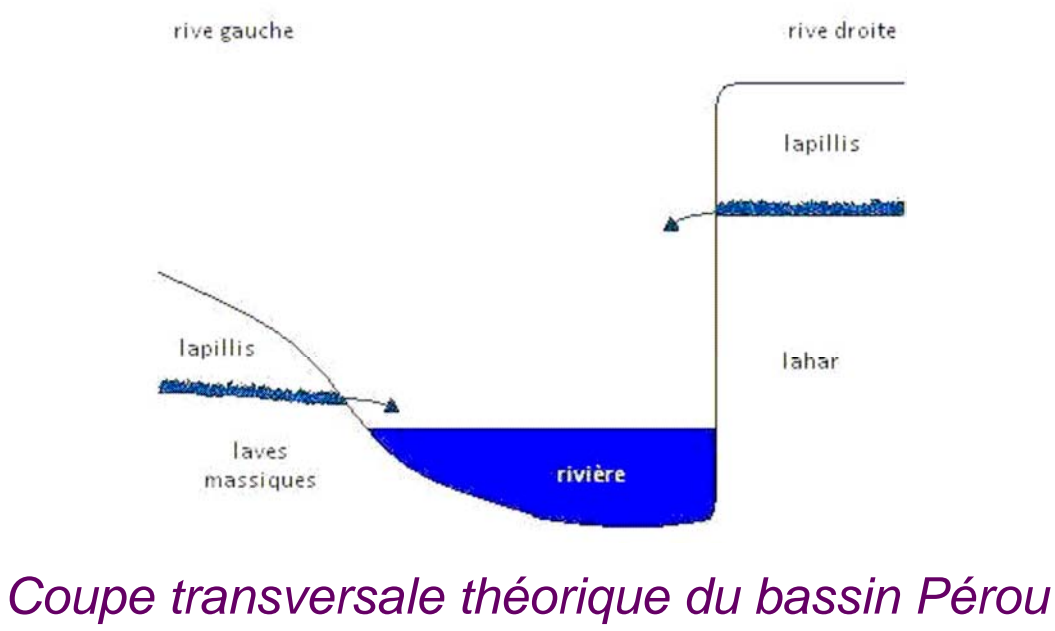
Aménagement expérimental

- Suivi de la pluie sur 4 sites
- Suivi du débit et de la concentration en pesticides sur 9 sites

Hypothèses de fonctionnement (BRGM, communication personnelle)

- Contribution à la rivière des nappes superficielles situées dans les lapillis (andosols)

- Présence de nappes profondes dans les laves et le lahar mais absence de contribution à la rivière (conductivité faible, profondeur élevée)



Résultats attendus : caractéristiques de fonctionnement du bassin versant

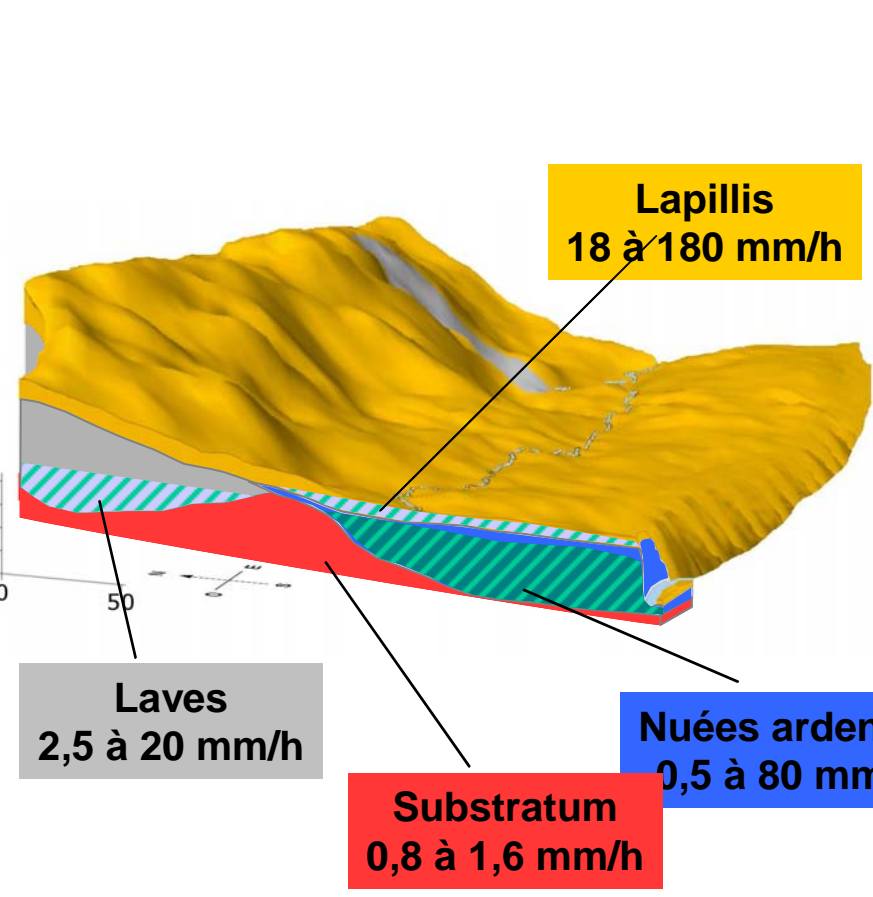
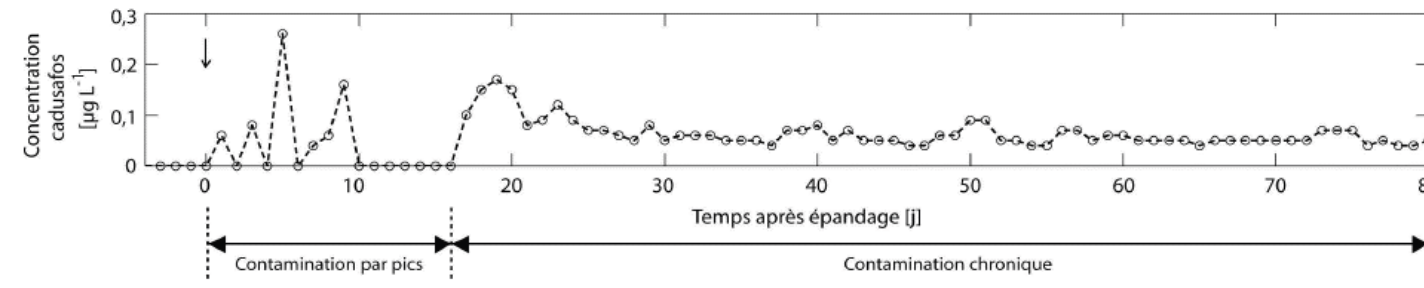
- Zones sources de la contamination des eaux
- Contribution des compartiments (surface/souterrain) à la contamination

Références

- Harbaugh, A.W., Banta, E.R., Hill, M.C., and McDonald, M.G. (2000) MODFLOW-2000, the U.S. Geological Survey modular ground-water model user guide to modularization concepts and the ground-water flow process. USGS, Denver, CO
- Charlier, J.-B., Cattan, P., Moussa, R., and Voltz, M. (2008) Hydrological behaviour and modelling of a volcanic tropical cultivated catchment. Hydrological Processes, p 4355-4370
- Charlier, J.-B., Cattan, P., Moussa, R., and Voltz, M. (2009) Transport of a nematicide in surface and ground waters in a tropical volcanic catchment. Journal of Environmental Quality, 38, p 1031-1041
- Moussa, R., Voltz, M., and Andrieux, P. (2002) Effects of the spatial organization of agricultural management on the hydrological behaviour of a farmed catchment during flood events. Hydrological Processes, 16, p 393-412
- Šimunek, J., van Genuchten, M.Th., and Šejna, M. (2005) The HYDRUS-1D software package for simulating one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media, Version 3.0. HYDRUS softw. Ser. 1. Dep. Of Environ. Sci., Univ. of California, Riverside

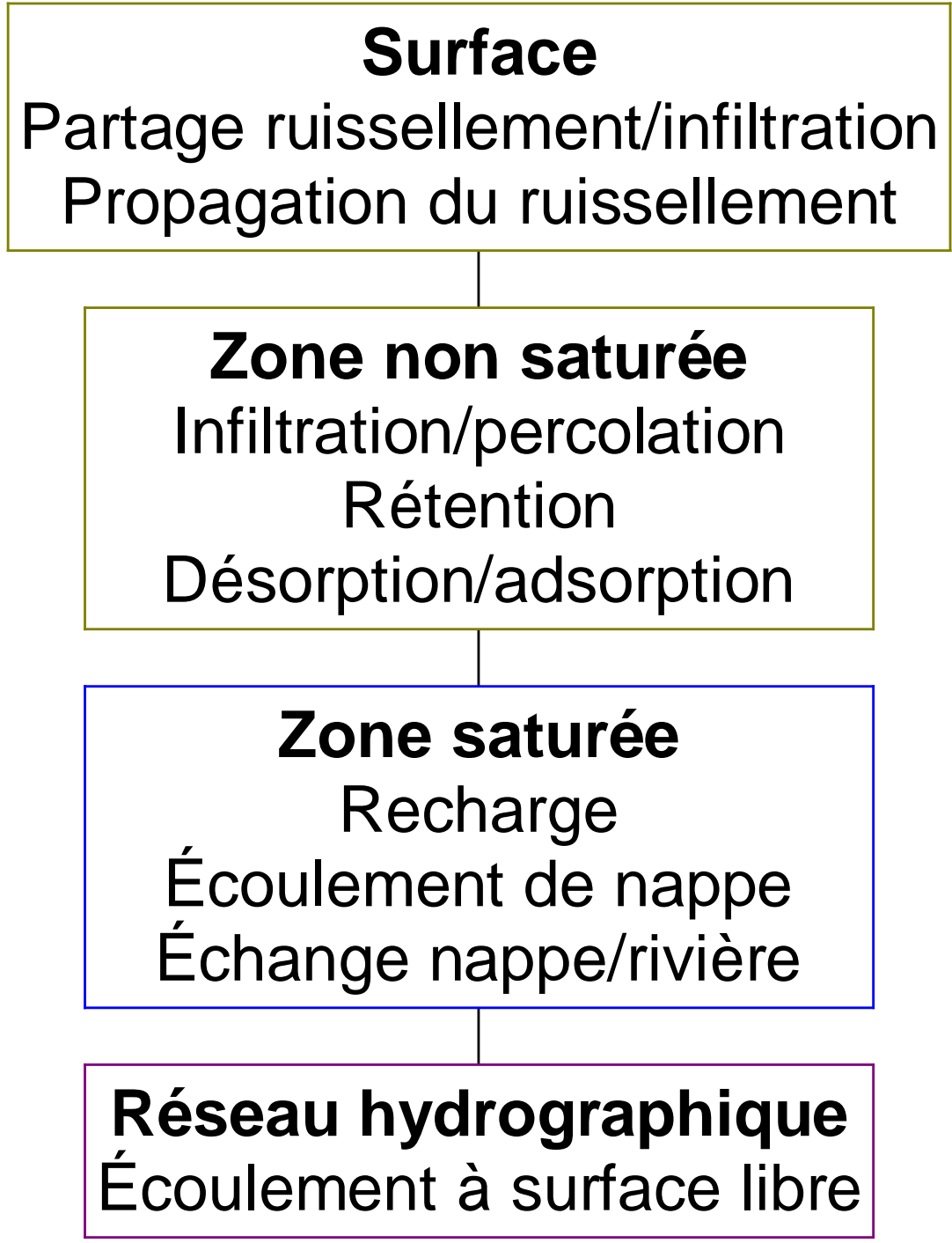
6. Analyse et modélisation fine du BVE

- Hétérogénéité des applications de pesticides → modélisation spatialisée
- Deux phases de contamination à l'exutoire (Charlier et al, 2009)

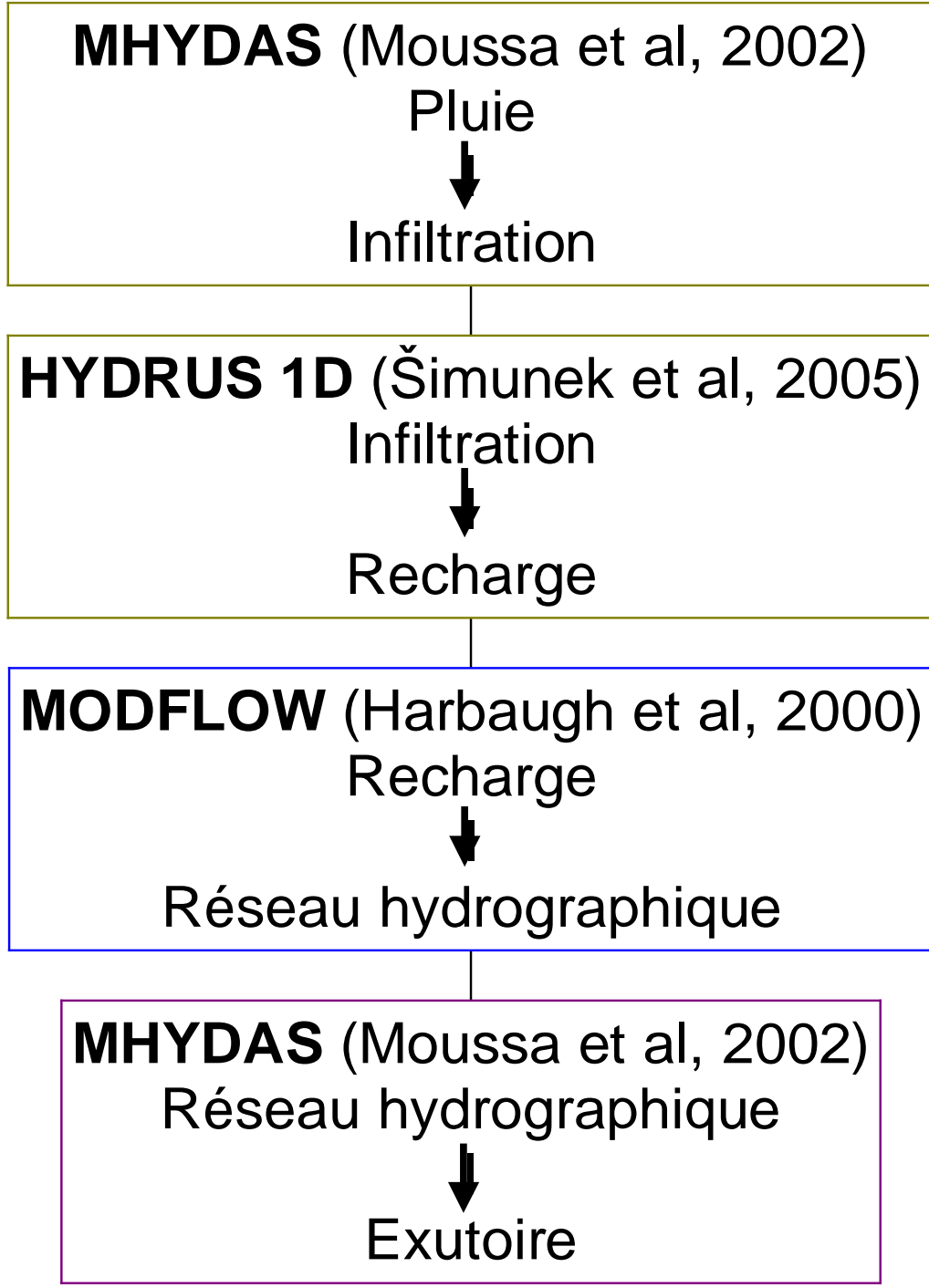


Coupe hydrogéologique du bassin Fédé (Charlier et al, 2008)

Processus de transferts



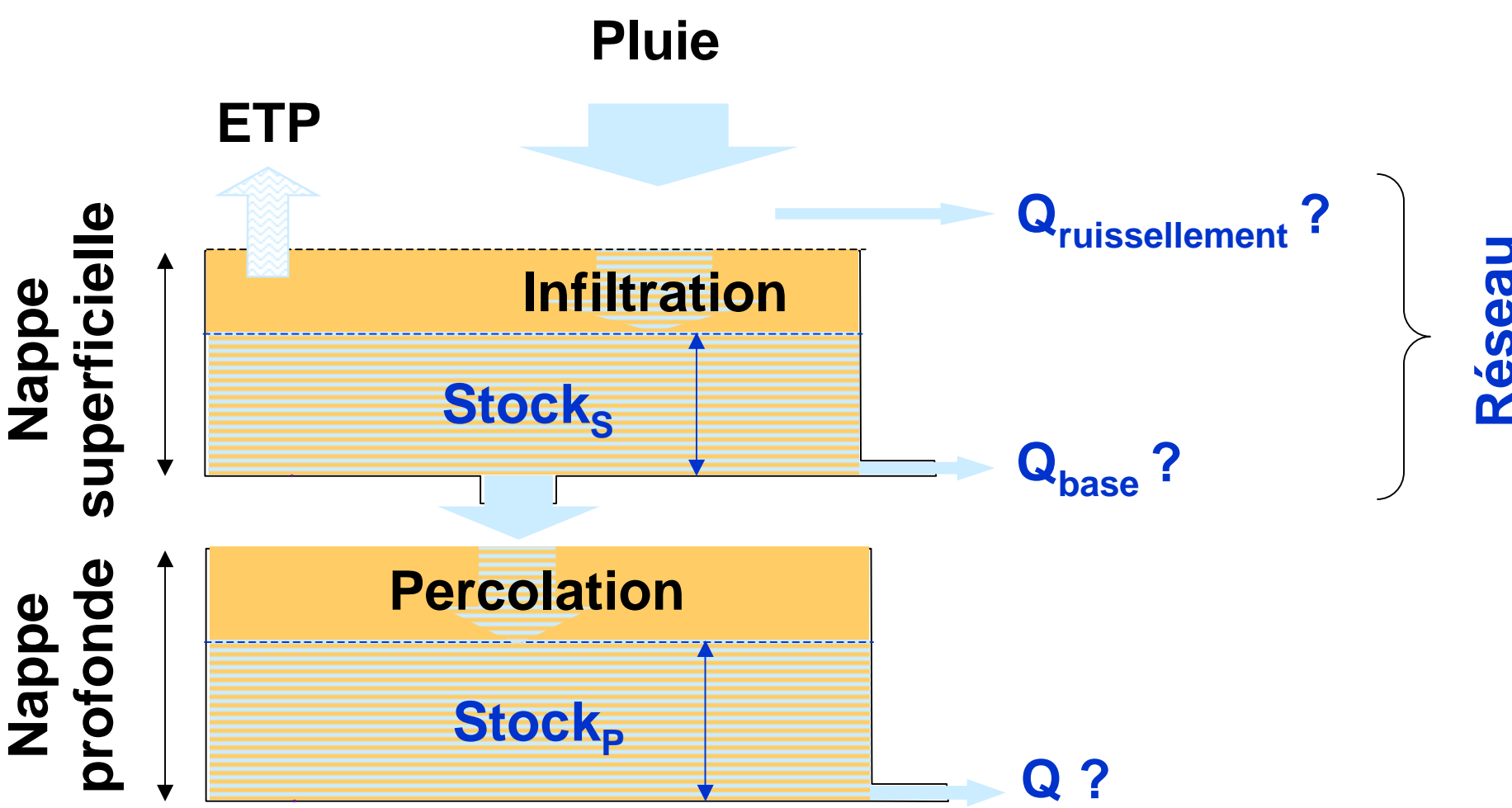
Stratégie de modélisation



7. Modèle simplifié de BVE

Modèle de fonctionnement simplifié à réservoirs :

- Tester les caractéristiques du bassin (sols, occupations du sol et substrats géologiques) pour déterminer des lois de vidanges génériques



8. Modèle distribué simplifié du BVR

Modèle doté d'un fonctionnement propre nourri de paramètres équivalents construits par le modèle à réservoirs sur des situations types